

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КАК КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И ЛЕСА НА ВОДНЫЙ БАЛАНС

Б. Д. ЖИЛКІН

*Белорусский лесотехнический институт им. С. М. Кирова*

Наряду с задачей рационального использования взаимосвязи лесов и вод в целях получения высоких и устойчивых урожаев, естественно, встает вопрос, в какой мере возможно сочетание лучшего использования влияния леса на водный баланс и урожаи сельскохозяйственных культур с использованием его в качестве источника основного продукта — древесины, столь необходимой для развития многочисленных отраслей нашего народного хозяйства.

Решение вопроса о связи продуктивности лесов с их влиянием на водный баланс представляется особенно важным в связи с решениями XIX съезда КПСС об увеличении за 1951—1955 гг. осушенных земель на 40—45%.

Народнохозяйственная оценка основных элементов водного баланса впервые была дана в 1932 г. Г. Н. Высоцким, который отнес к отрицательным видам расхода воды разрушительный поверхностный сток и физическое испарение и к положительным — расход на почвенно-грунтовый сток и транспирационное испарение. Исходя из этого, мы предложили считать водоохраным лес, положительно влияющий на водный баланс. В пределах однородных физико-географических условий (климата, рельефа и почвогрунта) мы предлагаем принять основным признаком качества водоохранного леса показатель его продуктивности.

Предположение о том, что лучшим водоохраным лесом является лес высшей продуктивности, было впервые высказано нами в печати в 1936 г., затем эта мысль была нами развита в 1940 г. и В. И. Рутковским в 1948 г.

В настоящее время можно считать общепризнанным, что лес сокращает или вовсе прекращает разрушительный поверхностный сток и его последствия — эрозию почв. Не вызывает сомнений, что лучшие показатели в этом отношении дает более высоко продуцирующий лес. Это объясняется прямой связью между лучшими водными свойствами лесных почв и лучшим переводом разрушительного поверхностного стока в регулярный подземный сток, с одной стороны, и такой же прямой связью между лучшими водными свойствами почв и лучшим ростом леса, с другой стороны. Комплексное влияние полезащитных лесных полос, вызывающее улучшение водного баланса в межполосных пространствах, возрастает с увеличением высоты лесных полос, а последняя отображает увеличение их продуктивности. Все это доказывает, что лучшим водоохраным лесом является лес высшей продуктивности.

В настоящем сообщении излагаются результаты проведенных для уточнения нашей классификации опытов по выявлению того, в каком направлении изменяются транспирация и физическое испарение осадков с поверхности крон в зависимости от продуктивности леса. Одновременно выяснялось, в какой степени проявляется разрушительный поверхностный сток и вызываемая им эрозия почв на площадях сельскохозяйственных угодий, вышедших из-под лесов разной продуктивности, учитывая, что в лесах, резко различающихся по продуктивности, поверхностный сток и эрозия почв часто отсутствуют.

Наши наблюдения над транспирацией и задержанием осадков разными по продуктивности деревьями показали (рис. 1), что с увеличением продуктивности деревьев и размеров их крон уменьшается сумма расхода воды на транспирацию и на испарение осадков, задерживаемых на их поверхности. Наблюдения проводились на территории стационара № 40 Негорельского учебно-опытного лесхоза Белорусского лесотехнического института в абсолютно одновозрастных однопородных культурах сосны 37-летнего возраста.

Опыты были заложены путем рядового посева сосны на ровном местоположении на дерново-подзолистой, среднеподзоленной легкой песчаной супеси, подстилаемой рыхлым песком флювиоглациального происхождения с глубокими грунтовыми водами. Посадка представляла собой свежий сосняк вересковый III бонитета с полнотой 1,4.

Для учета транспирации и других элементов круговорота веществ и энергии в однопородном и одновозрастном лесу мы применяем специально разработанную нами классификацию деревьев по продуктивности. В основу классификации положены относительные диаметры стволов на высоте груди, выраженные в следующих долях среднего диаметра древостоя: для очень крупных деревьев I класса продуктивности — 1,6, для крупных II класса — 1,3, для средних III класса — 1,0, для мелких IV класса — 0,8 и для очень мелких — 0,6. Подробно эта классификация изложена нами в журнале «Лесное хозяйство» (1952, № 11).

Из выбранных в натуре шести модельных деревьев для каждого класса продуктивности три подвергаются взвешиванию и другим анализам и три оставляются для изучения их влияния на фитоклиматические элементы. Определив вес сырой зеленой массы хвои у трех средних деревьев каждого класса продуктивности, мы, пользуясь предложенной проф. Л. А. Ивановым (1951) методикой, вычисляли расход воды на транспирацию средним деревом каждого класса продуктивности. Зная число деревьев каждого класса продуктивности на 1 га, легко установить величину транспирации на 1 га древостоя.

Методика учета задержания кронами осадков очень проста. Под тремя подопытными средними деревьями каждого класса продуктивности устанавливают дождемеры или специальные приемники, представляющие собой воронки с одинаковой улавливающей поверхностью, вставленные в горлышки литровых колб. Дождемеры размещают по четырем радиусам — северному, западному, южному и восточному, начиная от ствола и далее на расстояние через 0,5 м до границ проекции крон, на закрепленных колышками постоянных местах. В зимнее время в тех же местах выставляют снегомерные рейки и при помощи весового снегомера определяют запас снеговой воды.

Наблюдения велись одновременно в лесу и в поле, где выставлялось 5 дождемеров и 5 реек. Все показатели осадков вычисляли на поверхность проекции кроны каждого подопытного дерева и сравнивали с количеством осадков, выпавших на равновеликую площадь в поле. Затем вычисляли



процент задержания осадков кронами подопытных деревьев каждого класса продуктивности. По этой величине определяли среднегодовой расход воды на испарение с поверхности крон.

Проверка данной методики показала, что она достаточно точно передает установившееся в литературе представление о процентном соотношении осадков, задерживаемых лесом соответствующего состава и возраста. Так, например, при выставлении 156 приемников под 21 подопытным деревом в ельнике 43 лет от затяжного дождя 20—21 октября 1946 г. было задержано кронами пропорционально участию в древостое деревьев разной продуктивности 48,2%. Этот показатель всего на 3,7% превысил показатель многолетних наблюдений проф. Н. С. Нестерова (1933) в ельнике 42—47 лет в лесной даче Сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Средние показатели задержания снеговых осадков за 1951 и 1952 гг. в сосняке-брусничнике для деревьев разных классов продуктивности показали, что задержание осадков происходит пропорционально площади проекций крон (рис. 2). Показатели задержания осадков пологом леса по тридцати равномерно расположенным на пробной площади точкам почти совпадают с результатами определения их по учету на подопытных деревьях указанным выше местом.

Сопоставление расходов воды на транспирацию и на испарение осадков с поверхности крон с приходом среднегодового количества осадков на площадь проекции кроны среднего дерева каждого класса продуктивности позволило составить для них диаграмму круговорота воды (рис. 1). Из этой диаграммы видно, что в густосомкнутом древостое сосняка верескового III бонитета на 1 м<sup>3</sup> продуцируемой древесины из выпавших на площадь кроны среднегодовых осадков приходится на деревья I класса 40 л, II класса — 43 л, III класса — 60 л, IV класса — 75 л и V класса — 113 л. При этом деревья I и II классов продуктивности полностью расходуют на транспирацию и испарение с поверхности крон все количество осадков, выпадающих на площадь проекции их кроны, ничего не оставляя на стоки и для испарения травяно-моховым покровом и почвой. Этот остаток у деревьев III класса составляет 440 л в год, или 25%, IV класса — 547 л, или 41%, и V класса — 577 л, или 57%.

Для уяснения связи продуктивности древостоя с расходами воды на транспирацию и физическое испарение с поверхности крон в табл. 1 приведен расчет этих расходов на 1 м<sup>3</sup> продуцируемой стволовой массы древесины при условном покрытии площади однотипными деревьями разных классов продуктивности.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что при увеличении продуктивности древостоя в три раза расход на транспирацию повышается всего в два с небольшим раза, а расход на испарение с поверхности крон сокращается почти в три раза, что свидетельствует о повышенной экономии в расходовании воды более высокопродуктивным лесом.

Такой же результат получился в 1946 г. и для ельника Ia бонитета. Оказалось, что древостой, состоящий из деревьев I класса продуктивности, в три раза экономнее расходует воду от дождевых осадков на физическое испарение с поверхности крон, чем древостой, состоящий из деревьев V класса продуктивности.

Используя показатели расходов воды на транспирацию и испарение с поверхности крон у деревьев разных классов продуктивности, легко подсчитать те изменения круговорота воды, какие происходят в результате различных лесоводственных мероприятий.

Чтобы выяснить, в одинаковой ли степени проявляется поверхностный

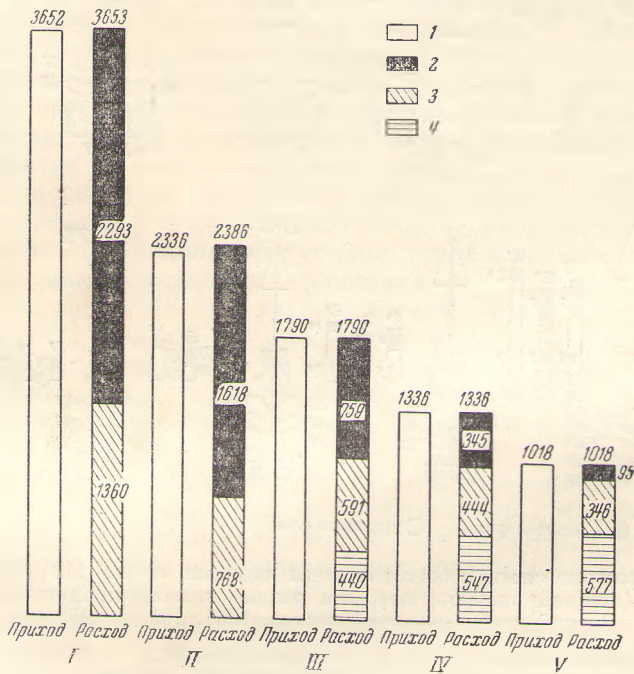
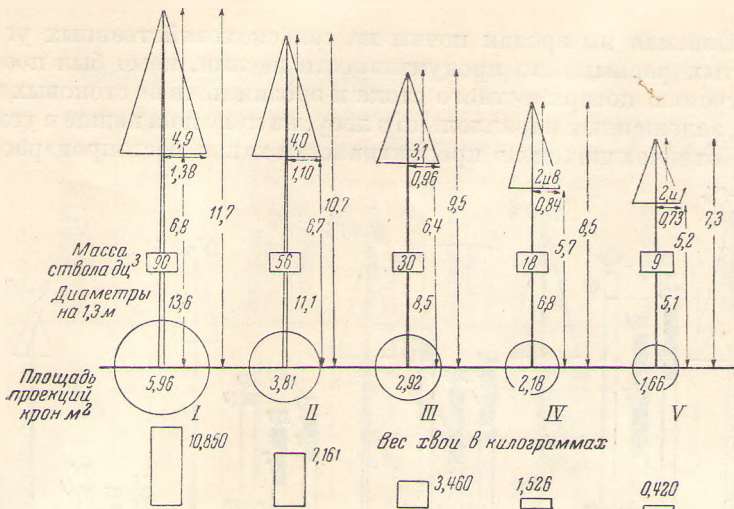


Рис. 1. Опыт учета круговорота воды у средних деревьев разных классов продуктивности в сосняке вересковом 37 лет на стационаре № 46 в Негорельском учебно-опытном лесхозе Белорусского лесотехнического института.

Наверху — размеры средних деревьев разных классов возрастов; внизу — круговорот воды в литрах: 1 — среднегодовое количество осадков, выпадающих на площадь проекций кроны; 2 — расход на транспирацию; 3 — расход на задержание осадков кронами; 4 — остаток на испарение из почвы и на сток.



сток и вызываемая им эрозия почвы на сельскохозяйственных угодьях, ранее занятых разными по продуктивности лесами, нами был поставлен опыт по изучению поверхностного стока и эрозии почв на стоковых микроплощадках, заложенных параллельно в лесу, на лугу и на пашне в условиях трех резко отличающихся по продуктивности типов местопроизрастания.

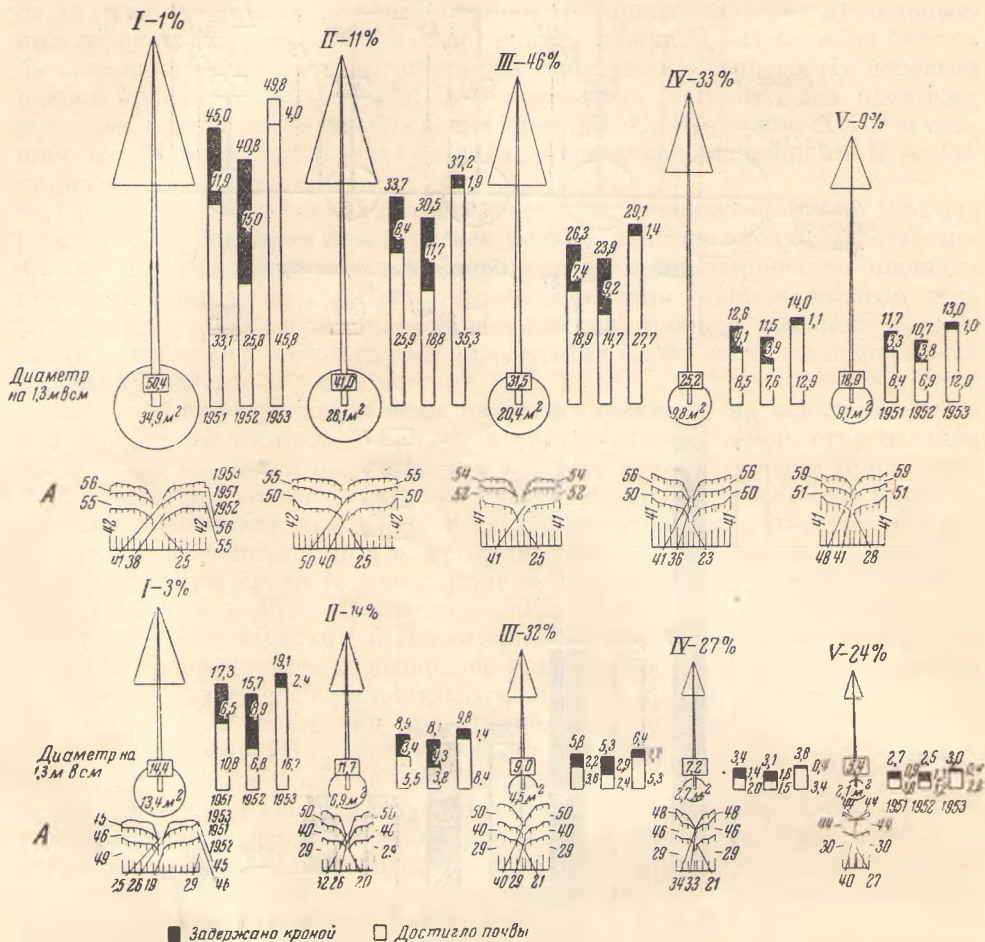


Рис. 2. Задержание снега и снеговой воды кронами сосны 113 (верхний рисунок) и 38-летнего (нижний рисунок) возраста разных классов продуктивности. Негорельский учебно-опытный лесхоз. 1951, 1952 и 1953 гг.

А, А — профили средней мощности снега из измерений через 0,5 по четырем радиусам под тремя подопытными соснами каждого класса. В колонках показан баланс снеговой воды на площади проекции кроны в гектолитрах. Цифра сверху — количество снеговой воды по учету в окнах.

Опытные площадки находятся в квартале 8 Карачижско-Крыловского лесничества Брянского учебно-опытного лесхоза на склоне в  $5^\circ$  на мелких перегнойно-карбонатных почвах разных степеней развитости и механического состава, на которых примерно около 100 лет назад часть леса была вырублена и превращена в пашню. В настоящее время большая часть этой площади обращена в луг. На залуженной части склона три площадки с осени перелопачивались на глубину 20 см для исследований осенью свежей, а весной уплотненной «пашни».

Таблица 1

## Расход воды на транспирацию и физическое испарение

Класс продуктивности	Средняя проекция кроны, м <sup>2</sup>	Расчетное число сосен на 1 га	Запас древесины на 1 га при расчетном числе деревьев, м <sup>3</sup>	Расход воды, т/га			Расход воды т/м <sup>2</sup> продуцируемой древесины		
				на транспирацию	на испарение с поверхности кроны	всего	на транспирацию	на испарение с поверхности кроны	всего
I	5,96	1678	151,9	3852	2282	6134	25	15	40
II	3,81	2625	147,8	4240	2016	6256	29	14	43
III	2,92	3413	103,1	2590	2016	4606	25	19	44
IV	2,18	4587	81,6	1583	2037	3620	20	25	45
V	1,66	6021	53,6	572	2149	2721	11	40	51

Опыт проводился с применением искусственного дождевания в виде ливня интенсивностью 30 мм за 10 минут. Сток талых вод имитировали пуском струй интенсивностью 22,5 л/м<sup>2</sup> за три минуты. Методика учета поверхностного стока на стоковых микроплощадках опубликована нами в 1940 г. Опыт проведен в условиях трех типов леса разной продуктивности: сосняка-брусничника II бонитета 70 лет с запасом на 1 га 386 м<sup>3</sup>, сосняка кустарникового I бонитета 70 лет с запасом на 1 га 550 м<sup>3</sup> и сосняка дубнякового Ia бонитета 70 лет с запасом на 1 га 663 м<sup>3</sup>.

В лесу совершенно не получалось поверхностного стока даже при дождевании в течение 4 часов 10 минут с выливанием воды до 750 л/м<sup>2</sup>. При переходе леса в суходольный луг сток талых и ливневых вод на участке из-под сосняка-брусничника составлял 8,3 л/м<sup>2</sup>, а коэффициент стока ливневых вод 0,018; на участке из-под сосняка кустарникового соответственно 31,3 л/м<sup>2</sup> и 0,041 и на участке из-под сосняка дубнякового 63,5 л/м<sup>2</sup> и 0,084. Смыв почвы на участке из-под сосняка-брусничника составлял от талых вод 3,5 т/га и от ливневых 0,2 т/га, на участке из-под сосняка кустарникового соответственно 10,9 и 2,4 т/га и на участке из-под сосняка дубнякового 16, 5 и 4,1 т/га.

С повышением продуктивности леса в 1,5—2 раза на вышедшей из-под него пашне усилился перевод в почвенно-грунтовый сток разрушительного поверхностного стока талых вод в 4—8 раз и ливневых вод в 5—10 раз. Повысилась защита почвы от смыва талыми водами в 3—5 раз и ливневыми водами в 10—20 раз.

Внешними признаками продуктивности лесного сообщества в пределах однородного состава и возраста являются высота и густота древостоя. В прямой связи с ними находятся развитость корневых систем и водные свойства почв и подстилки. Чем выше деревья, тем полнее и быстрее с них стряхиваются ветром дождевые и снеговые осадки, а почва лучше обеспечивается влагой. Сильное раскачивание ветром более высоких деревьев с мощно развитой корневой системой, увеличивая рыхлящее действие корней, способствует образованию макроструктуры почвы и обуславливает лучшую водопроницаемость и водовместимость лесной почвы.

Чем гуще древостой, тем больше корней в почве, больше годичный опад, выше влагоемкость подстилки, меньше испарение с поверхности почвы и лучше водовпитывание, а следовательно меньше поверхностный сток и эрозия почв.



В соответствии с положением, высказанным П. И. Колосковым в 1936 г., о том, что часть влаги в пределах леса обращается несколько раз между почвой и воздухом, испаряясь с поверхности растений и сорбируясь почвой, можно предполагать, что в высокопродуктивном лесу местный влагооборот должен протекать более интенсивно.

Таким образом, продуктивность леса является важным классификационным признаком водоохраных лесов, позволяющим предвидеть такие последствия перевода водоохранного леса в другие виды угодий, как изменение внутреннего влагооборота, развитие поверхностного стока и эрозии почв.

Для одновременного учета высоты и густоты древостоя и их изменений в зависимости от возраста и формы хозяйства мы предлагаем принять в качестве показателя продуктивности годичный прирост (предпочтительнее текущий). Для оценки влияния продуктивности на водный баланс мы выдвигаем следующие предварительные определения: 1) плохое влияние оказывают лесные сообщества с годичным приростом менее  $4 \text{ м}^3/\text{га}$ , 2) удовлетворительное — с годичным приростом от 4 до  $7 \text{ м}^3/\text{га}$  и 3) хорошее — с годичным приростом свыше  $7 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Влияние леса на водный баланс в разных природных и экономических условиях получает то положительное, то отрицательное выражение. Это побудило нас предложить трехчленную классификацию с применением пятибалльных оценок влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям, по типам местностей, объединяющих типы леса с определенным сочетанием рельефа и почв, и по лесным сообществам (Жилкин, 1940).

В табл. 2 приведена схема этой трехчленной классификации.

Таблица 2

## Комплексная оценка водоохранной роли леса по пятибалльной системе

Лесорастительные области	Шифр	Типы местностей по влиянию леса на водный баланс	Шифр	Влияние лесных сообществ на водный баланс	Шифр	Соответствующие выражения по-пятибалльной оценке водоохранной роли леса
Леса очень плохого влияния на водный баланс . . . . .	100	Очень плохо влияет	10	Очень плохое	1	111
Леса плохого влияния на водный баланс . . . . .	200	Плохо влияет	20	Плохое	2	222
Леса удовлетворительного влияния на водный баланс . . . . .	300	Удовлетворительно влияет	30	Удовлетворительное	3	333
Леса хорошего влияния на водный баланс . . . . .	400	Хорошо влияет	40	Хорошее	4	444
Леса отличного влияния на водный баланс . . . . .	500	Отлично влияет	50	Отлично	5	555

Для оценки всех сорока выделенных лесорастительных областей, обозначенных на карте растительности БССР, предварительно был собран фактический материал, характеризующий влияние леса на основные элементы водного баланса и на эрозию почв, а именно: среднегодовая температура, распространение вечной мерзлоты, дефицит влажности воздуха, среднесуточное количество осадков за теплое и холодное время года, интенсивность ливней, средняя и максимальная высота снежного покрова, средняя крутизна склонов, распространение карста, преобладающие почвы по почвенной карте СССР с показателями водовпитывания, характера грунтовых вод, степени распаханности территории, лесистости.

Для оценки влияния темнохвойных, сосновых и зимнеголых формаций леса на основные элементы водного баланса были составлены ключи-определители.

При оценке влияния леса на каждый элемент водного баланса учитывалась определенная группа показателей. Так, влияние леса на достижение осадками почвы связывалось со степенью интенсивности осадков и группой указанных формаций леса; влияние на поверхностный сток талых вод — с распространением вечной мерзлоты, лесистостью, высотой снежного покрова и группой формаций; влияние на поверхностный сток дождевых вод — с рельефом и крутизной склонов, степенью водопроницаемости почвогрунтов и группой формаций леса; влияние на грунтовый сток — с распространением карста, глубиной распространения грунтовых вод и глубиной укоренения древесных пород, свойственной наиболее распространенным породам в приведенных группах формаций; влияние на физиологическое (транспирационное) испарение — с дефицитом влажности воздуха, степенью продуктивности и группой формаций; влияние на физическое испарение — с температурой воздуха, степенью густоты древостоев и группой формаций. На основании пятибалльных оценок влияния леса на перечисленные основные элементы водного баланса выводилась комплексная оценка влияния леса на водный баланс по каждой лесорастительной области.

Для оценки водоохранной роли леса по типам местностей нами составлены два ключа-определителя, в которых учтена связь показателей важнейшего элемента водного баланса — поверхностного стока со степенью крутизны склонов и водопроницаемостью почвогрунтов. Кроме того, были приняты во внимание опыты типизации территорий по совокупности этих двух ведущих факторов в работах акад. А. Н. Костякова (1938), проф. М. И. Срибного (1939), проф. Соболева (1938) и др. Первый определитель был доложен на Всесоюзной конференции по лесному хозяйству и агролесомелиорации в 1934 г. и опубликован в 1936 г. мной и в 1937 г. А. И. Летковским, а второй, более развернутый, опубликован мной в 1940 г. В настоящее время для равнинных областей он мною несколько упрощен (табл. 3).

Оценка влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям берется из моей картограммы (1940) и выражается в сотнях.

В определенном типе местности влияние леса оценивается по ведущим факторам, определяющим сокращение важнейшего элемента водного баланса, — разрушительного поверхностного стока и связанной с ним эрозии почв. Эта оценка берется из табл. 3.

Влияние лесного сообщества на водный баланс в тех случаях, когда не представляется возможным применить опубликованные нами таблицы-определители (1940), может быть оценено по совокупности состава и продуктивности леса. Эта оценка берется из табл. 4. В конечном выражении получается условное трехзначное число, обозначающее оценки в баллах



Таблица 3

## Оценка влияния типа местности на поверхностный сток и связанную с ним эрозию почв

Зона водосбора с крутизной склонов	Степень водовпитывания почвогрунтов					
	Хорошая		Удовлетворительная		Плохая	
	Песчаные почвы		Оподзоленные супеси. Черноземы супесчаные и песчаные		Подзолистые суглинки и глинистые почвы всех типов. Серые лесные земли и черноземы всех типов. Солончаны и солонцы. Почвы тундры, болотные почвы. Заболоченные под- золистые почвы	
	коэффициент стока при интен- сивности ливня 3 мм/мин	оценка в бал- лах	коэффициент стока при интен- сивности ливня 3 мм/мин	оценка в бал- лах	коэффициент стока при интенсивности ливня 3 мм/мин	оценка в бал- лах
До 3° . . . . .	0,27—0,40	1	0,46—0,59	2	0,56—0,84	3
От 4 до 15° . . . . .	0,30—0,49	2	0,54—0,65	3	0,73—0,98	4
От 16° и выше	0,32—0,61	3	0,65—0,85	4	0,84—1,00	5

Таблица 4

## Оценка влияния леса на водный баланс по лесному сообществу

Степень продуктив- ности (накопления растительной массы)	Влияние на водный баланс в условиях борьбы за воду		
	Плохое	Удовлетворительное	Хорошее
	Темнохвойные	Сосновые и сложные (многоярусные) темнохвойные	Зимнеголые и сложные сосновые
Низкая . . . . .	1	2	3
Средняя . . . . .	Очень плохое	Плохое	Удовлетворительное
Высокая . . . . .	2	3	4
	Плохое	Удовлетворительное	Хорошее
	3	4	5
	Удовлетворительное	Хорошее	Отличное

влияния леса на водный баланс: 1) в зависимости от климатических условий, лесистости, распаханности и других признаков, положенных в основу оценки по лесорастительным областям, 2) в зависимости от сочетания рельефа и почвогрунтов и 3) в зависимости от состава и продуктивности лесного сообщества.

После внесения возможных коррективов наша классификация лесов по их влиянию на водный баланс должна облегчить организацию всего сельскохозяйственного производственного процесса (рубки, возобновление, выращивание), в котором будет обеспечено сочетание лучшего использования водоохраных свойств леса с использованием его как продуцента древесины.

## ЛИТЕРАТУРА

- Высоцкий Г. Н. Лес и его значение в борьбе с засухой и за полноту и равномерность речного стока. Соц. лесн. хоз. и агролесомелиорация, 1932, № 1.  
 Григорьев А. А. Закон интенсивности физико-географического процесса. М., 1943.  
 Жилкин Б. Д. Водоохранные леса. — Брянский рабочий, 1936, № 105.  
 Жилкин Б. Д. Опыт оценки водоохранной роли леса. — Сб. «Основные задачи лесного хозяйства и агролесомелиорации». Итоги работ первой Научно-технической конференции ВНИТОЛЕС. М., 1936.

- Жилкин Б. Д. Опыт оценки влияния леса на «водный баланс». — Тр. Брянского лесохоз. ин-та, т. IV. Брянск, 1940.
- Жилкин Б. Д. Опыты по преобразованию малопродуктивного сосняка верескового в высокопродуктивный сосняк люпиновый. — В сб. Института леса АН БССР «За повышение продуктивности лесов БССР». Минск, 1951.
- Жилкин Б. Д. Классификация деревьев по продуктивности в однородных и разновозрастных древостоях и опыты ее применения. — Лесное хозяйство, 1952, № 11.
- Иванов Л. А., Силлина А. А., Жмур Д. Г., Цельникер Ю. Л. Об определении транспирационного расхода древостоем леса. — Бот. журнал, 1950, № 1.
- Костяков А. Н. Основы мелиорации. М., 1938.
- Колосков П. И. Сорбция как один из источников почвенно-грунтовой воды. — Пробл. физ. геогр., т. VI, 1938.
- Кощеев А. Л. Распространение и лесоводственные свойства древесных пород и кустарников для полезащитных насаждений. М., 1950.
- Летковский А. И. Оценка водоохранного значения лесов при лесоустройстве. — В защиту леса, 1937, № 3.
- Молчанов А. А. Расход влаги на отсасывание корневыми системами сосны в древостоях различного возраста и полноты. Докл. АН СССР, 1948, т. 50, № 8.
- Молчанов А. А. Влажность почвы в сосновых борах на песчаных почвах. — Тр. Ин-та леса, т. III, 1950.
- Нестеров Н. С. Очерки по лесоведению. М., 1932.
- Рутковский В. И. Обоснование лесохозяйственных мероприятий по усилению защитных и водоохранных свойств леса. М., 1948.
- Рутковский В. И. Гидрологическая роль леса, 1949.
- Соболев С. С. Глубина эрозии в европейской части Союза ССР. — Почвоведение, 1938, № 9.
- Срибный М. И. Методология расчета максимального ливневого стока. — Строительство дорог, 1939.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М., 1952.
- Тюрин И. В. Опыт классификации лесных площадей водоохранной зоны по их водоохранно-защитной роли. — Сб. «Исследования по лесн. хоз.», 1949.